

VẬT LIỆU XÂY DỰNG THAY THẾ

BÀI TOÁN KINH TẾ - XÃ HỘI - MÔI TRƯỜNG CỦA VIỆT NAM

TS TÔ VĂN TRƯỜNG - CHUYÊN GIA ĐỘC LẬP VỀ TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ MÔI TRƯỜNG



Sản phẩm cát nhân tạo của Tổng công ty Sơn Trường (Hải Phòng)

Không chỉ dừng lại ở cát nhân tạo, Việt Nam cần giải bài toán vật liệu xây dựng thay thế bằng những nguồn cung dồi dào mình có, đặc biệt là cát nhiễm mặn. Quốc gia nào cũng phải đối mặt với những nghịch lý trong quá trình tồn tại và phát triển của mình. Giải quyết được nghịch lý thì tiếp tục phát triển, chấp nhận nghịch lý, bất chấp nguy cơ tương lai thì cái tương lai bất ổn sẽ xảy đến. Con đường để giải quyết các nghịch lý này, ở thời nào và ở đâu cũng thế, là sử dụng khoa học để sáng tạo những kỹ thuật mới, sản phẩm mới, cơ chế mới và một tinh thần mới để gạt hái được lợi ích mà không đẩy rủi ro về phía tương lai hoặc thế hệ tiếp theo.

Việt Nam hiện đang rơi vào một vấn nạn là việc khai thác cát tự nhiên diễn ra một cách ồ ạt, lộn xộn, nhiều khi bất chấp pháp luật, gây ra nhiều hệ lụy cho tài nguyên, môi trường và an sinh xã hội. Thực tế là nguồn cát xây dựng ở Việt Nam đang cạn kiệt ở mức báo động!

Hiện tượng này xảy ra do nhu cầu cát xây dựng cho các công trình dân dụng, kinh tế, giao thông... ngày càng nhiều. Theo "Global Sandstone Aggregate" Việt Nam hiện là một trong những nước có nhu cầu cát xây dựng lớn nhất trên thế giới.

Đơn cử, việc khai thác lậu cát sông ở Đồng bằng sông Cửu Long cũng góp

phần gây ra nạn sạt lở bờ sông, sụt lún đất, ảnh hưởng trực tiếp đến nhiều khu dân cư, đường giao thông.

Để giải quyết vấn nạn này, ngăn chặn những hệ lụy kinh tế, xã hội và môi trường phát sinh từ đó, Việt Nam cần giải một bài toán tổng hợp, không chỉ phải xây dựng chính sách thích hợp mà còn cần sáng tạo, phát triển những kỹ thuật mới trong lĩnh vực xây dựng.

Không khai thác cát tự nhiên thì không xây dựng được, dẫn đến kim hãm phát triển kinh tế. Nhưng nếu tiếp tục khai thác cạn kiệt cát tự nhiên, một nguồn tài nguyên có giới hạn, thì không chỉ gây ra khủng hoảng môi trường, xã hội mà còn

dẫn đến khủng hoảng kinh tế. Việt Nam cần giải quyết nghịch lý này bằng cách sử dụng những cơ chế, chính sách và kỹ thuật một cách đồng bộ.

CÁT NHÂN TẠO

Cát nhân tạo là loại cát được nghiền từ các loại đá trong tự nhiên như đá vôi, đá ong, đá granite, cuội sỏi... có module hạt tương đương với cát tự nhiên.

Ở Nhật Bản, cát nhân tạo đã được sử dụng cách đây từ 40 năm, để bảo vệ tài nguyên và thân thiện với môi trường. Ngay cả Lào, cũng đã xây dựng chủ yếu bằng cát nhân tạo làm từ đá. Mỗi năm, nhu cầu cát xây dựng ở Việt Nam cần khoảng 120 triệu m³

nhưng lượng khai thác chỉ đáp ứng khoảng 25% yêu cầu. Cát san lấp mới đáp ứng được chưa đến 2% nhu cầu hàng năm. Việc sử dụng cát nước ngọt để san lấp rất lãng phí. Đứng trước nguy cơ ngày càng cạn kiệt nguồn cát tự nhiên, việc sử dụng cát nhân tạo thay thế là xu thế tất yếu phải làm.

Tiềm năng và nhu cầu sản xuất cát nhân tạo ở Việt Nam vẫn còn rất lớn vì cát nhân tạo mới chiếm khoảng hơn 2% so với sự tiêu thụ cát tự nhiên. Nguyên liệu để làm cát nhân tạo rất dồi dào, quy trình làm cát nhân tạo cũng rất đơn giản chỉ cần sàng tuyển, rửa, loại bỏ các tạp chất, sau đó được nghiền theo kích thước đạt tiêu chuẩn cỡ hạt, dùng vào các mục đích như xây, trát, trộn bê tông...

Hạt cát nhân tạo đồng đều hơn, có thể điều chỉnh tỷ lệ thành phần hạt nên góp phần quan trọng tiết kiệm các nguyên liệu khác như xi măng, nhựa đường, rút ngắn thời gian thi công và tăng tuổi thọ công trình.

NHỮNG NỖ LỰC BƯỚC ĐẦU ỨNG DỤNG CÁT NHÂN TẠO Ở VIỆT NAM

Các doanh nghiệp tư nhân luôn là lực lượng đi đầu trong việc du nhập, cải tiến sản phẩm mới để giải quyết các vấn đề do thị trường đặt ra. Ông Phạm Văn Bắc, Vụ trưởng Vụ Vật liệu xây dựng (Bộ Xây dựng) cho biết, đến năm 2018, Việt Nam có khoảng gần chục cơ sở sản xuất cát nhân tạo, sản phẩm đã đạt tiêu chuẩn chất lượng theo quy định, với tổng công suất đạt khoảng 3 triệu m³/năm, tập trung tại Sơn La, Lai Châu, Quảng Ninh, Lạng Sơn, Thái Nguyên, Hà Nam, Bà Rịa-Vũng Tàu, Bình Dương, Đồng Nai.

Trong các doanh nghiệp đó, Công ty TNHH Sơn Trường (Hải Phòng, do ông Tạ Quyết Thắng làm tổng giám đốc) là một trong những doanh nghiệp tiên phong trong nghiên cứu và ứng dụng các vật liệu thay thế trong xây dựng, trong đó có cát nhân tạo.

Tìm hiểu quá trình nghiên cứu và ứng dụng vật liệu thay thế của Sơn Trường sẽ giúp chúng ta nhìn thấy những vấn đề về cơ chế chính sách, thị trường và kỹ thuật mà một doanh nghiệp tư nhân Việt Nam phải vượt qua, để từ đó xây dựng một thể trận phù hợp để phát triển các vật liệu thay thế này ở Việt Nam.

Năm 2012, Công ty Sơn Trường tiến hành nghiên cứu ứng dụng tro bay vào sản xuất bê tông ly tâm. Tuy nhiên, kết quả chưa đạt được như mong muốn khi làm bê tông mác cao, bởi vì không ổn định, phần lớn là tro bay không qua tuyển lựa, lượng mất khi nung quá lớn, mà qua tuyển lựa thì giá thành cao gần bằng xi măng, dẫn tới hiệu quả kinh tế không cao.

Đến cuối năm 2018, Tổng Công ty Sơn Trường nghiên cứu dùng Sông Hồng lò cao của nhà máy gang thép Hòa Phát và đã dùng đại trà cho đến nay, kết quả mang lại khá nhiều về lợi ích kinh tế (tiết kiệm gần 10% giá thành bê tông).

Nhà máy bê tông Minh Đức thuộc Tổng Công ty Sơn Trường bắt đầu đi vào sản xuất từ đầu năm 2005 với sản phẩm chủ đạo là bê tông ly tâm dự ứng lực cường độ cao (> 80 Mpa), và cọc vuông. Trong quá trình sản xuất, họ nhận thấy hàng năm cứ đến mùa khô là tình trạng khan hiếm cát vàng (cát vàng Sông Lô) lại diễn ra, nên lúc nào họ cũng phải dự trữ một lượng trên 5.000m³ cát trên bãi chứa nhà máy.

Mặt khác, cát tự nhiên lấy theo nguồn (lúc khúc sông này, lúc khúc sông khác) nên độ ổn định không cao (module thành phần hạt dao động nhiều), cát lẫn nhiều củi, bụi sét, sỏi lớn (phải lắp sàng để loại bỏ sỏi cuội và gỗ).

Đến cuối năm 2015, tình trạng khan hiếm cát xây dựng nhiều hơn, đẩy giá cát tự nhiên lên cao, trong khi cát lại không đạt yêu cầu (TCVN 7570: 2006). Trước tình hình đó, nhà máy Minh Đức tiến hành nghiên cứu chuyển đổi, cũng như cập nhật TCVN 9205:2012 về cát nghiền.

Trải qua nhiều thử nghiệm, khó khăn ban đầu, Nhà máy bê tông Minh Đức chính thức sản xuất cát nghiền đại trà 100% từ đầu năm 2016 cho đến nay. Họ tổng kết một số ưu điểm và nhược điểm về mặt kỹ thuật như sau:

Nhược điểm: Hạt góc cạnh nên độ linh động bê tông không cao; Bê tông kiểm soát không tốt dễ bị tách nước (trộn phải đều, đảm bảo thời gian trộn); Khối lượng thể tích lớn nên khi vận tải được ít (nặng hơn cát tự nhiên).

Ưu điểm: Độ ổn định cao hơn, module ổn định (cỡ hạt qua sàng nên điều chỉnh được); Cát nghiền sạch hơn vì được qua công đoạn rửa; Bê tông mác cao hơn, giảm được lượng dùng xi măng (kinh nghiệm của Minh Đức giảm 10% xi măng so với cát tự nhiên); Giá thành rẻ hơn cát tự nhiên (chỉ bằng 2/3 giá cát tự nhiên do nhà máy Minh Đức nhập); Hiện nay đã có TCVN 9205:2006 nên trong ngành Xây dựng, phía tư vấn và các chủ đầu tư không gây khó dễ (vì trước khi chưa có tiêu chuẩn, người ta chỉ thích dùng cát tự nhiên do tư duy bảo thủ); Không tốn tiền để nhập lưu kho nhiều (vì không phụ thuộc mùa như cát tự nhiên).

VẤN ĐỀ MÔI TRƯỜNG TRONG QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT CÁT NHÂN TẠO

Như chúng ta có thể thấy qua câu chuyện kể trên, việc sản xuất cát nhân tạo có nhiều khó khăn, nhưng vấn đề lớn nhất, về mặt kỹ thuật, cũng là vấn đề môi trường do công đoạn rửa cát gây ra.

Theo GS Nguyễn Thúc Tuyên, Trường Đại học Thủy lợi, cát nhân tạo có thành phần bột khá lớn, nếu lượng lọt sàng 0,14mm vượt quá quy định thì phải loại bớt bằng một trong hai cách: hoặc là rửa trôi bằng máy rửa, hoặc chọn cách loại bỏ bằng công nghệ khô.

Chúng ta thấy từ đây xuất hiện một vấn đề về môi trường: sản xuất bằng công nghệ khô thì tạo ra bụi, gây ô nhiễm không khí, còn sản xuất bằng công nghệ ướt thì xả nước rửa cát và đá ra môi trường.

Việc rửa cát tạo ra nguồn nước thải ô nhiễm khá lớn. Thực tế, dù các công ty sản xuất cát nhân tạo chưa nhiều, một số địa phương Việt Nam đã gặp phải vấn đề ô nhiễm do sản xuất cát nhân tạo gây ra. Nếu toàn bộ khối lượng nước rửa cát, đá nghiền bị xả thẳng ra môi trường, nó sẽ phá hủy nguồn nước sinh hoạt và sản xuất.

Điển hình của tình trạng này là hai huyện Kiện Khê và Kim Bảng ở tỉnh Hà Nam. Sở Tài nguyên Môi trường tỉnh Hà Nam có "Báo cáo tình hình hoạt động của các cơ sở sản xuất cát nhân tạo trên địa bàn các huyện Thanh Liêm, Kim Bảng" ngày 13/3/2020, liệt kê các doanh nghiệp sản xuất cát nhân tạo, trong đó, một số có "Báo cáo đánh giá tác động môi trường", một số chưa có, một số bị phạt vì gây ô nhiễm.



Cát nhân tạo sử dụng trong các cấu kiện bê tông của nhà máy Minh Đức thuộc Tổng công ty Sơn Trường (Hải Phòng)

Đây là nơi các công ty sản xuất cát nhân tạo đang gặp khó khăn, tạo ra vấn đề môi trường nghiêm trọng, vì các hạn chế về kỹ thuật và tài chính.

Các nhà máy sản xuất cát nhân tạo đương nhiên sẽ tập trung ở một số khu vực nhất định, do công nghệ sản xuất cần đến nguồn nước và nguồn cung cấp đá nguyên liệu. Vì vậy, tình trạng ô nhiễm không khí và nguồn nước càng trở nên căng thẳng, nếu Việt Nam không có kỹ thuật mới, chính sách phù hợp, bộ máy quản lý hiệu quả và cơ chế kiểm soát tốt đối với bộ máy chính quyền địa phương.

CHÍNH SÁCH CỦA BỘ XÂY DỰNG

Như vậy, thị trường đã đi trước chính sách của nhà nước khá sớm. Các doanh nghiệp tư nhân từ cuối thập niên 2000 đã bắt đầu tìm hướng đi giải quyết các nghịch lý của ngành Xây dựng, trong đó tâm điểm là việc khai thác triệt để cát tự nhiên trên các dòng sông ở Việt Nam, cũng như hệ lụy về môi trường, kinh tế, xã hội mà nó gây ra. Để bắt kịp các chuyển động của kinh tế xã hội trong vấn đề này, năm 2017, Bộ Xây dựng đã có một số chính sách thúc đẩy sản xuất và sử dụng cát nhân tạo, thay thế cát tự nhiên trong xây dựng.

Ngày 22/6/2017, Bộ Xây dựng đã có văn bản số 1421/BXD-VLXD hướng dẫn các địa phương nắm vững nhu cầu sử dụng cát xây dựng, vật liệu san lấp tại địa phương, nguồn cung, có giải pháp thay thế cát tự nhiên bằng

cát nhân tạo và tăng cường sử dụng các vật liệu, phế thải công nghiệp thay thế cát tự nhiên để san lấp, giảm áp lực về nguồn cung, bình ổn giá thị trường.

Ngoài ra, Bộ Xây dựng yêu cầu các địa phương tăng cường kiểm tra, quản lý chặt chẽ việc khai thác cát xây dựng theo đúng quy định, hướng dẫn các tiêu chuẩn, định mức kinh tế kỹ thuật, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất và sử dụng cát nghiền và vật liệu thay thế cát tự nhiên.

Bên cạnh đó, Bộ Xây dựng đã phối hợp với Bộ Tài nguyên và Môi trường để xây dựng Nghị định quy định quản lý cát, sỏi lòng sông và bảo vệ lòng, bờ, bãi sông, trong đó đưa nội dung khuyến khích việc sử dụng cát nhân tạo thay thế cát tự nhiên trong xây dựng.

Cuối cùng, Bộ Xây dựng bổ sung các tiêu chuẩn, quy chuẩn và tiêu chuẩn kỹ thuật sử dụng vật liệu thay thế cát tự nhiên trong san lấp, như ban hành Quyết định số 430/QĐ-BXD, ngày 16/5/2017, về việc ban hành chỉ dẫn kỹ thuật *Sông Hồng gang và Sông Hồng thép sử dụng làm vật liệu xây dựng*, và xây dựng Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12249:2018 *Tro Sông Hồng nhiệt điện đốt than làm vật liệu san lấp - Yêu cầu chung*. Bộ Xây dựng cũng sửa đổi ban hành quy chuẩn QCVN 16:2017/BXD *Quy chuẩn quốc gia về sản phẩm hàng hóa vật liệu xây dựng*, trong đó có các yêu cầu kỹ thuật đối với tro, Sông Hồng, thạch cao dùng làm nguyên liệu sản xuất vật liệu xây dựng. . .

NHỮNG VIỆC VIỆT NAM CẦN TIẾP TỤC LÀM

Mặc dù Bộ Xây dựng đã có một số chính sách bước đầu cách đây hơn 3 năm, việc thay thế cát tự nhiên bằng cát nhân tạo vẫn còn chưa phát triển đúng mức, để có thể góp phần giải quyết vấn nạn kinh tế - xã hội - môi trường do nạn khai thác không kiểm soát cát tự nhiên gây ra.

Rõ ràng, Việt Nam cần thực hiện một kế hoạch tổng hợp các mặt quản lý tài nguyên, quản lý kinh tế và phát triển kỹ thuật thì mới giải quyết được vấn đề. Điều này cần sự phối hợp của nhiều bên chứ không thể là công việc của một mình Bộ Xây dựng.

Vấn đề chuỗi cung ứng

Về mặt kinh tế, Việt Nam phải có chính sách thúc đẩy hình thành những doanh nghiệp sản xuất vật liệu xây dựng nhân tạo một cách bài bản để đáp ứng số lượng lớn nguyên liệu mà thị trường yêu cầu. Con đường đúng đắn nhất là nghiên cứu những doanh nghiệp tư nhân đã chủ động nghiên cứu và ứng dụng vật liệu thay thế, phát hiện các vấn đề khó khăn của họ, để có chính sách và cơ chế giúp họ phát triển, qua đó, giải quyết các vấn nạn về môi trường, kinh tế, xã hội do nhu cầu khai thác cát tự nhiên tạo ra.

Ở Nhật Bản, trước khi ban hành chính sách liên quan đến doanh nghiệp để thúc đẩy sự phát triển của một sản phẩm kỹ thuật nào đó, nhằm tác động đến sự thay đổi về mặt xã hội, kinh tế, môi trường theo hướng tích cực, Chính phủ còn nghiên cứu kỹ lưỡng chuỗi cung ứng giữa các doanh nghiệp trong thực tế.

Ví dụ, trong trường hợp cát nhân tạo ở Việt Nam, các thành tố sau đây tham gia vào chuỗi cung ứng: doanh nghiệp sản xuất và khai thác cát, doanh nghiệp vận tải cát, chủ đầu tư công trình, công ty trúng thầu xây dựng. . .

Các doanh nghiệp vận tải cát và cung cấp cát xây dựng đương nhiên sẽ có mối liên kết tự nhiên. Doanh nghiệp vận tải sẽ mua cát ở công ty cung cấp cát có khoảng cách hợp lý nhất về mặt chi phí. Như vậy, để làm cho việc sử dụng cát nhân tạo trở nên phổ biến, thì không chỉ cần làm cho giá thành thấp hơn cát tự nhiên (thực tế là đã thấp hơn: năm 2017, giá cát tự nhiên là 700.000đ/m³ còn giá cát nhân tạo loại đắt nhất chỉ 500.000đ/m³), mà còn cần phải có

chính sách sao cho hình thành một chuỗi cung ứng hợp lý, sao cho cát nhân tạo có cơ hội được chọn nhiều hơn vì tổng chi phí thấp hơn.

Tổ chức nghiên cứu kỹ thuật mới và quản lý tài nguyên

Về mặt quản lý tài nguyên, Việt Nam cần rà soát lại quy hoạch khai thác sử dụng các mỏ cát tự nhiên, xóa bỏ tình trạng “cát tắc” lộng hành như thời gian vừa qua, gây bất ổn đến kinh tế xã hội và môi trường.

Về mặt kỹ thuật, Việt Nam cần rà soát các quy chuẩn, tiêu chuẩn liên quan đến cát nghiền, tro, Sông Hồng nhiệt điện và vật liệu thay thế khác; kịp thời điều chỉnh, bổ sung sửa đổi tiêu chuẩn TCVN 447:2012 *Công tác đất - Thi công và nghiệm thu*; TCVN 9205:2012 *Cát nghiền cho bê tông và vữa*; TCVN 7570:2006 *Cốt liệu cho bê tông và vữa*. Trong đó, Việt Nam cần điều chỉnh theo hướng ban hành đầy đủ các tiêu chuẩn chủng loại cát nghiền thay thế cát tự nhiên.

Bộ Khoa học và Công nghệ cần hoàn thành sớm việc thẩm định và ban hành tiêu chuẩn “*Sử dụng nhiệt điện tro Sông Hồng đốt than trong nền đường ô tô*”. Bộ quy chuẩn này là cơ sở pháp lý để khai thác, tái sử dụng tro Sông Hồng đốt than.

Ngoài ra, như trên đã nói, sản xuất cát nhân tạo cũng gây ra ô nhiễm môi trường, nếu phải sử dụng lượng nước lớn để rửa. Nếu sản xuất bằng công nghệ khô thì thải ra lượng bụi lớn, gây ô nhiễm không khí. Nhật Bản từ lâu đã giải quyết khó khăn này bằng cách nghiên cứu một công nghệ khô, nhờ đó hoàn toàn không phát ra lượng thải bụi trong quá trình sản xuất, nếu nhà máy được bảo dưỡng tốt. Việt Nam cần học hỏi công nghệ này, hoặc nghiên cứu một công nghệ phù hợp.

Ở Nhật Bản, doanh nghiệp tư nhân hoàn toàn đủ sức để tự giải quyết các nghịch lý giữa môi trường, khả năng kỹ thuật và nhu cầu kinh tế. Nhưng ở Việt Nam hiện nay, không ai khác ngoài chính phủ có đủ khả năng về tài chính, thẩm quyền và quyền lực, để trở thành đầu mối tổ chức một cách toàn diện một cơ chế để giải quyết vấn đề, bao gồm tập hợp các nguồn lực ở đại học, viện nghiên cứu, doanh nghiệp tư nhân và các cơ quan nhà nước để cùng hành động.

ALTERNATIVE BUILDING MATERIALS AND ECONOMIC - SOCIAL - ENVIRONMENTAL ISSUE OF VIETNAM

PHD TO VAN TRUONG - INDEPENDENT EXPERT ON WATER RESOURCES AND ENVIRONMENT

Natural sand mining in Vietnam is taking place massively, causing many consequences for resources, environment and social security. This phenomenon occurs due to the increasing demand for construction sand for civil, economic, and traffic works.

According to "Global Sandstone Aggregate" Vietnam is currently one of the countries with the largest demand for construction sand in the world. In fact, the source of construction sand in Vietnam is depleting at an alarming rate. To solve this problem and prevent the economic, social and environmental consequences arising from it, Vietnam needs to solve an integrated problem, not only to develop appropriate policies but also to be creative, develop new techniques in the field of construction.

Without exploiting natural sand, construction will not be possible, leading to the impediment of economic development. But if continued exploitation of natural sand, a limited resource, will not only cause environmental and social crisis, but also lead to economic crisis. Vietnam needs to solve this paradox by using synchronous mechanisms, policies and techniques./.

NHÌN XA HƠN “CÁT NHÂN TẠO”

Không chỉ dừng lại ở cát nhân tạo, Việt Nam cần giải bài toán vật liệu xây dựng thay thế bằng những nguồn cung dồi dào mình có, đặc biệt là cát nhiễm mặn. Ngoài ra, Việt Nam cần đẩy mạnh việc nghiên cứu sử dụng cát nhiễm mặn để phục vụ nhu cầu san lấp và làm vật liệu xây dựng trong nước; đồng thời xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật sử dụng loại vật liệu này. Về mặt quản lý kinh tế, cần có cơ chế chính sách thuận lợi cho các doanh nghiệp sử dụng cát nhân tạo thay cho cát tự nhiên.

Để nghiên cứu thành công sử dụng cát nhiễm mặn và xây dựng được chính sách hợp lý, các cơ quan như Bộ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường, các trường đại học như Đại học Xây dựng, Đại học Bách Khoa và một số doanh nghiệp xây dựng lớn, nhằm đến mục tiêu hình thành được một số doanh nghiệp mạnh trong lĩnh vực vật liệu xây dựng thay thế,

trong đó có cát nhân tạo và cát nhiễm mặn. Những doanh nghiệp này trước mắt có thể lấy thị trường và nhu cầu trong nước làm bàn đạp để hướng tới chinh phục thị trường bên ngoài.

Nếu thực hiện nhanh chóng vấn đề nêu trên, Việt Nam không những có thể giải quyết dứt điểm vấn nạn “cát tắc” mà còn tăng hiệu quả kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường sinh thái.

Quốc gia nào cũng phải đối mặt với những nghịch lý trong quá trình tồn tại và phát triển của mình. Giải quyết được nghịch lý thì tiếp tục phát triển, chấp nhận nghịch lý, bất chấp nguy cơ tương lai thì cái tương lai bất ổn sẽ xảy đến. Con đường để giải quyết các nghịch lý này, ở thời nào và ở đâu cũng thế, là sử dụng khoa học để sáng tạo những kỹ thuật mới, sản phẩm mới, cơ chế mới và một tinh thần mới để gạt hái được lợi ích mà không đẩy rủi ro về phía tương lai hoặc thế hệ tiếp theo./.